

А.Н. Домрачев, С.В. Риб, А.М. Никитина

Сибирский государственный индустриальный университет

ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ АЛГОРИТМА МОДЕЛИРОВАНИЯ РАБОТЫ ДЛИННОГО ОЧИСТНОГО ЗАБОЯ С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ НЕРАВНОМЕРНОСТИ МЕТАНОВЫДЕЛЕНИЯ

При разработке имитационной модели длинного комплексно-механизированного забоя [1] возникла задача оценки влияния неравномерности газовыделения из пласта на показатели очистных работ: нагрузку на очистной забой, коэффициент машинного времени и др.

Зависимость между скоростью продвижения очистного забоя и концентрацией метана в исходящей струе очистного забоя [2] получена в результате анализа данных с датчиков метана, однако ее непосредственное интегрирование в имитационную модель не представляется возможным.

Материалы наблюдений за метановыделением в очистных забоях высокопроизводительных шахт при работе комбайна свидетельствуют о значительных колебаниях показателей интенсивности метановыделения. В процессе очистной выемки угля комбайном отмечаются существенные повышения метановыделения относительно фоновых уровней. Всплески зависят в основном от метаносодержания пласта в зоне выемки угля, производительности и времени непрерывной работы комбайна по добыче угля [3].

На текущее значение метановыделения оказывает влияние не только нагрузка в данный момент, но и прошлые события: добыча за прошлые смены, простои очистного оборудования и т.д. Во время технологических перерывов при обслуживании оборудования в ремонтную смену или при временной остановке комбайна в добычные смены процесс дренирования метана из угольного и породного массивов продолжается [4]. Происходит естественная дегазация горного массива в окрестности очистного забоя.

При расчете суточной нагрузки на длинный очистной забой в формуле присутствует коэффициент машинного времени, позволяющий учитывать только то время, в течение которого выемочная машина работает по отбойке и погрузке угля, то есть время массового интенсивного выделения метана в очистной забой [5].

Для адаптации имитационной модели очистного забоя было принято решение оценить неравномерность газовыделения за счет представления коэффициента неравномерности метановыделения $k_{н.г}$ в виде случайного числа, распределенного

по нормальному закону и определяемому с использованием генератора случайных чисел [6, 7]. В качестве условия нормальной работы очистного забоя используется следующее неравенство

$$q_r m r \gamma v_n k_{н.г} < Q_d / 100,$$

где q_r – относительная газообильность пласта, $\text{м}^3/\text{т}$; m – вынимаемая мощность пласта, м ; r – ширина захвата шнека, м ; γ – плотность угля, $\text{т}/\text{м}^3$; v_n – скорость подачи комбайна, $\text{м}/\text{мин}$; $k_{н.г}$ – коэффициент неравномерности метановыделения; Q_d – количество воздуха, поступающего в лаву, $\text{м}^3/\text{мин}$.

Если условие выполняется, то моделирование нагрузки на очистной забой производится без корректировки скорости подачи комбайна. Если условие не выполняется, возможны два варианта реагирования модели:

- имитация простоя комбайна, длительность которого определяется как случайная величина, определенная по нормальному или логнормальному закону распределения (см. рисунок, а);
- пересчет скорости подачи комбайна из учета выполнения условия (см. рисунок, б).

Для выбора варианта решения поставленной задачи было выполнено моделирование нагрузки на очистной забой и коэффициента машинного времени при трех различных параметрах розыгрыша коэффициента неравномерности газовыделения как случайной величины с последующим дисперсионным анализом полученных результатов. Для каждого набора параметров розыгрыша коэффициента $k_{н.г}$ имитировали работу очистного забоя в течение 15 суток и определяли ежесуточный коэффициент машинного времени K_m . Средние значения результатов моделирования приведены ниже:

Набор параметров 1		Набор параметров 2		Набор параметров 3	
$k_{н.г}$	K_m	$k_{н.г}$	K_m	$k_{н.г}$	K_m
1,27	0,40	1,55	0,35	1,10	0,46

Так как с учетом специфики модели на значение данного коэффициента $k_{н.г}$ оказывали влияние и другие факторы (прежде всего надежность элементов очистного механизированного комплекса)

был выполнен дисперсионный анализ, позволяющий оценить влияние изменения коэффициента неравномерности газовыделения по критерию F Фишера-Снедекора при уровне значимости $\alpha = 0,05$.

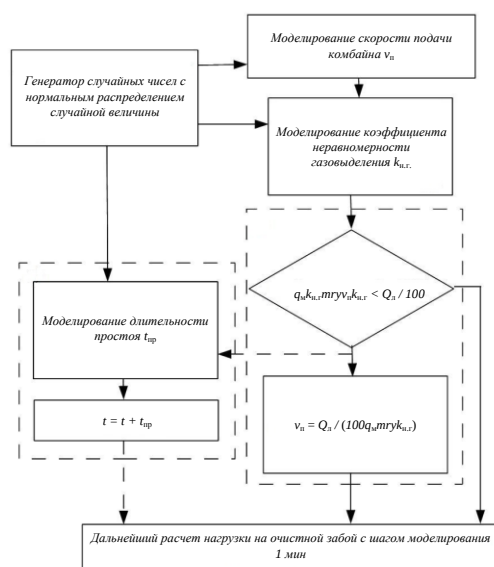
По результатам анализа наблюдаемое значение критерия $F_{\text{наб}}$ составило 15,4. Критическое значение критерия $F_{\text{кр}}(2,42; 0,05) = 3,22$. Следовательно $F_{\text{наб}} > F_{\text{кр}}$, а это позволяет отвергнуть гипотезу о равенстве средних значений K_m при различных параметрах розыгрыша $k_{\text{н.г}}$ и, таким образом, подтвердить наличие влияния неравномерности метановыделения при использовании пересчета скорости подачи комбайна по условию необходимости поддержания концентрации метана на исходящей струе очистного участка не более 1 %.

Выводы. Предлагаемый алгоритм может рассматриваться в качестве базового для адаптации имитационной модели длинного комплексно-механизированного забоя к условиям действующих шахт юга Кузбасса и дальнейшей разработке имитационной модели подготовки и отработки пологого пласта средней мощности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Домрачев А.Н., Риб С.В. Сравнительная оценка аналитического расчета и результатов имитационного моделирования нагрузки на длинный комплексно-механизированный очистной забой // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. 2016. № 3. С. 8 – 10.
2. Говорухин Ю.М., Криволапов В.Г. Возможность использования шахтного оборудования для прогнозирования газодинамических явлений при неравномерном подвигании очистного забоя. – В кн.: Нетрадиционные и интенсивные технологии разработки месторождений полезных ископаемых: сб. науч. статей. Вып. 1. / Под общ. ред. В.Н. Фрянова. – Новокузнецк: изд. СибГИУ, 2008. С. 129 – 134.
3. Забурдяев В.С. Метановыделение в очистных забоях при высоких нагрузках на лаву // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2006. № 1. С. 195 – 211.
4. Кудинов Ю.В. Зависимость метанообильности очистного забоя от неравномерности добычи угля // Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. 2016. № 3. С. 98 – 102.
5. Ермолаев А.М., Кобылянский М.Т., Адамков А.В., Попов В.Б., Сурков А.В. К анализу расчетных формул предельной нагрузки на очистной забой угольных шахт // Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. 2013. № 1-1. С. 133 – 139.
6. William H. Press, Saul A. Teukolsky, William T. Vetterling, Brian P. Flannery. Numerical Recipes in C++ // Cambridge University Press, 2002. – 976 p.
7. Домрачев А.Н., Лукин К.Д. К вопросу об особенностях реализации генераторов случайных чисел при моделировании воспроизводства очистного фронта на шахте // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2008. № 8. С. 24 – 27.

© 2017 г. А.Н. Домрачев,
С.В. Риб, А.М. Никитина
Поступила 13 февраля 2017 г.



Алгоритм моделирования нагрузки на очистной забой